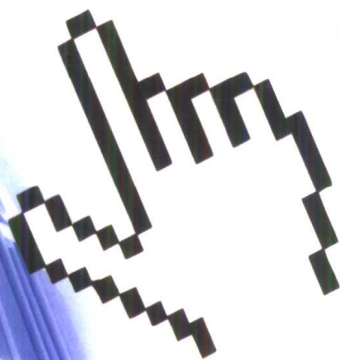


中国计算机软件专业技术资格和水平考试指定用书

信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室 组编

胡道元 主编

网络设计师教程



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

中国计算机软件专业技术资格和水平考试指定用书
信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室组编

网络设计师教程

胡道元 主编

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是中国计算机软件专业技术资格和水平考试的指定用书,内容基本覆盖了网络设计师级考试大纲所规定的考试范围。根据该级的考试要求,本书内容包括数据通信、网络体系结构及协议、局域网与广域网技术、网络互连技术、网络操作系统、网络管理与安全、Internet 与 Intranet、TCP/IP 连网、信息服务、网络应用以及网络工程。

本书也可作为高等院校计算机专业与数据通信专业的计算机网络教科书或参考书,或供从事计算机网络建设、管理和应用的高级工程技术人员和管理人员参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

网络设计师教程/胡道元主编. —北京:清华大学出版社,2001

中国计算机软件专业技术资格和水平考试指定用书

ISBN 7-302-04306-X

I. 网... II. 胡... III. 计算机网络-设计-技术培训-教材 IV. TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 11972 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京密云胶印厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×960 1/16 印张:31.5 字数:627 千字

版 次:2001 年 5 月第 1 版 2001 年 7 月第 3 次印刷

书 号:ISBN 7-302-04306-X/TP·2530

印 数:30001~50000

定 价:48.00 元

序

人类已跨入新世纪,正在进入信息时代。我国国民经济和社会发展第十个五年计划将国民经济和社会信息化作为覆盖现代化建设全局的战略举措,要求加速发展信息产业,大力推进信息化。现在,信息技术(IT)的应用越来越普及,不但促进了社会的高速发展,也改变着人们的工作、学习、生活和娱乐的方式以及思想观念。各行各业对信息技术专业人才的需求也迅速增长。尤其是计算机软件和计算机网络人才,出现了严重的短缺。国务院颁布了鼓励软件产业发展的若干政策,要求进一步扩大软件人才的培养规模。为此,国家人事部和信息产业部决定进一步发展中国计算机软件专业技术资格和水平考试。

过去十年来,中国计算机软件专业技术资格和水平考试培养和选拔了十多万合格的计算机软件专业人才,在国内外产生了很大的影响,对我国软件产业的形成和发展做出了重要的贡献。根据形势发展的需要,2001年考试的级别拓展为:初级程序员、程序员、系统设计师(高级程序员)、系统分析员、网络程序员和网络设计师,以后还将逐步拓展到信息技术领域的其他方面。

为了规范培训和考试工作,我们组织有关专家编写了中国计算机软件专业技术资格和水平考试的指定教材和辅导用书。这套丛书将遵循考试大纲的要求,全面介绍有关的知识和技能,帮助考生学习和备考。

我们相信,经过大家的努力,中国计算机软件专业技术资格和水平考试将会成为我国信息技术领域专业水平的重要考试,将对培养大批信息技术专业人才,推进国民经济和社会信息化做出更大的贡献。

信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室

2001年3月1日

前 言

计算机的发展史至今只有 50 多年,但它已经经历了 3 个重要发展阶段。1946 年第一台计算机的诞生在人类科学发展史上是一个重要的里程碑;20 世纪 80 年代微型计算机的出现,开始了计算机普及使用的时代;第三个重要发展阶段就是网络,人们称网络就是计算机,深刻地反映了网络在计算机发展史中极为重要的作用和影响。

21 世纪是信息社会的时代,技术、科学和社会的发展正在迎接这个时代的到来。当前信息网络的发展有 3 个动向:

- (1) 国家信息基础设施(NII)和全球信息基础设施(GII)正在积极地规划和建设中。
- (2) 全世界最大的互联网 Internet 的规模和应用正在飞速地发展。
- (3) 商业化的网络服务已经成为一个很大的市场,并正在被大力开拓。

其中 Internet 的影响尤为显著,Internet 是未来 NII 和 GII 的雏形,它对信息技术的发展、信息市场的开拓以及信息社会的形成起着十分重要的作用。

在我国积极推进国民经济信息化的进程中,各行业都在规划、建设和推广应用计算机网络,迫切需要大批建网、管网和用网的人才。本书是为中国计算机软件专业技术资格和水平考试网络设计师级考试编写的,是一本适用于高级工程技术人员和管理人员的网络教材。

本书共 16 章,内容基本覆盖了网络设计师级考试的考试大纲所规定的考试范围。

第 1 章讲述计算机网络发展简史、计算机网络分类、计算机网络技术基本内容以及计算机网络发展趋势。

第 2 章讲述数据通信模型、传输概念、数据调制与编码、多路复用、异步和同步传输、传输介质、数据通信物理层接口以及微机通信软、硬件等。

第 3 章讲述线路交换、分组交换,帧中继交换以及信元交换等技术。

第 4 章讲述网络体系结构及协议的定义、开放系统互连参考模型(OSI)以及 TCP/IP 协议集。

第 5 章讲述局域网技术的定义和特性以及多种高速局域网技术,包括 FDDI 网、基于交换技术的局域网、快速以太网、ATM 局域网、无线局域网、城域网。

第 6 章讲述公共交换电话网、综合业务数字网(ISDN)、分组交换网、帧中继网、异步转移模式(ATM)网、数字数据网(DDN)、移动通信网以及卫星通信网等广域网技术。

第 7 章讲述局域网互连、网络互连原理、无连接网络互连、各种路由选择算法和协议,

以及核心路由器体系结构等技术。

第 8 章讲述网络操作系统,包括 NetWare 系列、Windows NT、对等式局域网、UNIX 操作系统和 Linux 操作系统。

第 9 章讲述局域网管理技术、网络管理功能和协议、网络管理系统以及网络日常管理和维护。

第 10 章讲述密码学、鉴别、访问控制、计算机病毒、网络安全技术、安全服务与安全机制、信息系统安全体系结构框架、信息系统安全评估准则等。

第 11 章讲述 Internet 体系结构、连接 Internet 的方法、Internet 地址、Internet 域名系统以及 Internet 地址空间的扩展等。

第 12 章讲述企业网络计算的组成和管理、企业网络开放系统集成技术、Intranet 定义和要素、Intranet 应用以及 Intranet 的建立等。

第 13 章讲述 TCP/IP 实现基本原理、Windows NT 平台的 TCP/IP 联网、UNIX 平台的 TCP/IP 联网,以及 Linux 网络的 TCP/IP 联网等。

第 14 章讲述环球信息网的服务和管理、动态 Web 文档与 CGI 技术、活动 Web 文档与 Java 技术、FTP 服务配置和管理以及广域信息服务(WAIS)等。

第 15 章讲述网络化经济的新模式、Internet 服务平台、计算机支持的协同工作、电子商务、远程教育以及远程医疗等。

第 16 章讲述网络规划、网络设计、网络实施、网络测试、结构化布线系统以及网络性能评价等。

本书由胡道元教授主编,参加编写的作者有朱亚清、朱爽、徐刚、黄云、王晓东等。本书还引用了史美林教授编写的一些材料。赵青为本书原稿的打印、编排做了大量的工作。

作者

2001 年 2 月

目 录

第 1 章 引论	1	2.8.1 双绞线	31
1.1 计算机网络发展简史	1	2.8.2 同轴电缆	32
1.2 计算机网络分类	2	2.8.3 光导纤维电缆	34
1.3 计算机网络技术基本内容	2	2.8.4 无线介质	36
1.4 计算机网络发展趋势	4	2.9 数据通信物理层接口及协议	37
第 2 章 数据通信	9	2.9.1 物理层的特性	37
2.1 数据通信模型	9	2.9.2 RS232C 接口	38
2.2 传输概念	10	2.9.3 其他标准接口	44
2.2.1 时域概念	10	2.10 微机通信硬件	45
2.2.2 频域概念	11	2.10.1 调制解调器	45
2.2.3 数据率和频带的关系	12	2.10.2 通信适配器	46
2.3 模拟数据传输和数字 数据传输	14	2.11 微机通信软件	47
2.4 数据调制与编码	16	2.11.1 通信软件	47
2.4.1 调制与编码原理	16	2.11.2 终端仿真	49
2.4.2 模拟数据的模拟信号 调制	17	2.11.3 简单文件传输协议	50
2.4.3 数字数据的模拟信号 调制	18	第 3 章 交换技术	58
2.4.4 数字数据的数字信号 编码	19	3.1 线路交换	58
2.4.5 模拟数据的数字信号 编码	20	3.2 分组交换技术	59
2.5 多路复用	22	3.2.1 分组交换原理	59
2.5.1 频分多路复用	22	3.2.2 分组交换技术	61
2.5.2 时分多路复用	23	3.2.3 外部的和内部的操作	64
2.6 检错与纠错	26	3.3 帧中继交换	65
2.6.1 检错法	27	3.3.1 帧中继原理	65
2.6.2 纠错法	29	3.3.2 帧中继的应用	66
2.7 异步传输和同步传输	29	3.4 信元交换技术	67
2.8 传输介质	30	3.4.1 异步转移模式基本 原理	67
		3.4.2 ATM 交换和控制	69
		第 4 章 网络体系结构及协议	73
		4.1 网络体系结构及协议的定义	73

4.2 开放系统互连参考模型	74	5.3.2 优先级策略	100
4.2.1 OSI 模型简介	74	5.4 FDDI 网	102
4.2.2 OSI 模型基本构造技术	76	5.4.1 FDDI 技术	102
4.3 TCP/IP 的分层	78	5.4.2 FDDI 帧格式	104
4.3.1 TCP/IP 分层模型	78	5.4.3 FDDI 协议	105
4.3.2 TCP/IP 分层工作原理	79	5.5 局域网标准	106
4.3.3 TCP/IP 模型的分界线	80	5.6 局域网参考模型	108
4.3.4 复用和分解	80	5.7 逻辑链路控制协议	114
4.4 IP 协议	81	5.7.1 网络层/LLC 子层界面	
4.4.1 Internet 体系结构	81	服务规范	114
4.4.2 IP 数据报	82	5.7.2 LLC 子层/MAC 子层界面	
4.4.3 IP 数据报选项	84	服务规范	116
4.5 用户数据报协议	85	5.7.3 LLC 协议数据单元	
4.5.1 UDP 协议功能	85	结构	117
4.5.2 UDP 报文格式	85	5.7.4 LLC 协议的型和类	117
4.5.3 UDP 的协议分层		5.7.5 LLC 协议的元素	117
与封装	85	5.8 CSMA/CD 介质访问控制	
4.5.4 UDP 的复用、分解		协议	120
与端口	86	5.8.1 MAC 服务规范	121
4.6 可靠的数据流传输	87	5.8.2 介质访问控制的	
4.6.1 可靠的数据流传输		帧结构	122
服务特性	87	5.8.3 介质访问控制方法	122
4.6.2 可靠的数据流传输		5.8.4 介质访问控制子层和	
服务的实现	88	邻近层的接口	124
4.7 传输控制协议	89	5.9 标记环介质访问控制协议	125
4.7.1 TCP 功能	89	5.9.1 MAC 服务规范	126
4.7.2 TCP 报文格式	90	5.9.2 介质访问控制帧结构	126
4.7.3 TCP 的操作	92	5.9.3 介质访问控制方法	129
第 5 章 局域网技术	94	5.10 快速以太网	129
5.1 局域网定义和特性	94	5.10.1 快速以太网类型	129
5.2 以太网	95	5.10.2 快速以太网产品	131
5.2.1 载波监听多路访问	95	5.11 基于交换技术的网络	131
5.2.2 载波监听多路访问/冲突		5.11.1 交换网结构	131
检测	96	5.11.2 全双工以太网	134
5.2.3 退避算法	97	5.11.3 多媒体	135
5.3 标记环网	98	5.12 千兆位以太网	137
5.3.1 标记环操作原理	98	5.12.1 千兆位以太网规程	
		和标准	137

5.12.2 交换式 LAN 结构的 千兆以太网	138	6.6.2 ATM 层	179
5.13 ATM 局域网	139	6.6.3 ATM 物理层	180
5.14 无线局域网	142	6.6.4 ATM 适配层	181
5.14.1 IEEE 802.11 体系 结构	142	6.7 数字数据网	182
5.14.2 物理介质规范	143	6.8 移动通信	183
5.14.3 介质访问控制	143	6.8.1 移动通信网	183
5.14.4 分布协调功能	144	6.8.2 全球移动通信系统	184
5.14.5 点协调功能	145	6.8.3 无线软件应用协议	186
5.15 城域网	146	6.8.4 个人通信业务/个人 通信网	189
第 6 章 广域网技术	149	6.9 卫星通信系统	190
6.1 电话网	149	6.9.1 卫星通信	190
6.1.1 公用交换电话网	149	6.9.2 甚小口径天线地球站	192
6.1.2 计算机交换分机	150	6.9.3 低轨道卫星通信系统	193
6.2 点到点通信	154	第 7 章 网络互连技术	196
6.2.1 SLIP 协议	154	7.1 局域网互连	196
6.2.2 PPP 协议	155	7.1.1 局域网互连方式	196
6.3 综合业务数字网	156	7.1.2 中继器互连方式	197
6.3.1 ISDN 系统结构	157	7.1.3 网桥互连方式	197
6.3.2 ISDN 协议参考模型	159	7.1.4 路由器互连方式	198
6.4 分组交换网	161	7.1.5 互连方式的对比	199
6.4.1 分组交换网原理	161	7.2 网络互连原理	200
6.4.2 X.25 分层协议	162	7.2.1 网络互连要求	200
6.4.3 虚电路服务	163	7.2.2 互连网络结构	201
6.4.4 X.25 分组格式	164	7.3 无连接网络互连	203
6.5 帧中继网	167	7.3.1 无连接互连网络的 操作	203
6.5.1 帧中继网产生背景	167	7.3.2 无连接互连网络的 设计	204
6.5.2 帧中继网与 X.25 网比较	167	7.4 IP 数据报的路由选择	207
6.5.3 帧中继协议结构	169	7.4.1 IP 数据报的直接传送和 间接传送	207
6.5.4 帧中继呼叫控制	172	7.4.2 IP 路由选择表与算法	208
6.5.5 用户数据传输	175	7.5 差错与控制报文协议	209
6.5.6 帧中继网络功能	176	7.5.1 ICMP 机制	210
6.6 ATM 网	177	7.5.2 ICMP 报文格式	210
6.6.1 ATM 协议参考模型	177	7.6 核心路由器体系结构	212

7.7 路由选择算法	213	8.5.1 UNIX 的功能	239
7.7.1 距离矢量路由选择	213	8.5.2 UNIX 的结构	240
7.7.2 链路状态路由选择	213	8.5.3 网络文件系统	241
7.8 自治系统	214	8.6 Linux 操作系统	241
7.9 内部网关协议	215	8.6.1 Linux 的功能	242
7.9.1 路由选择信息协议	215	8.6.2 Linux 的常用软件	242
7.9.2 开放最短路径 优先协议	217		
7.10 外部网关协议	219	第 9 章 网络管理	244
7.10.1 外部网关协议	219	9.1 局域网管理技术	244
7.10.2 边界网关协议	222	9.1.1 传统局域网管理	244
		9.1.2 局域网管理工具	250
第 8 章 网络操作系统	224	9.2 网络管理功能	251
8.1 网络操作系统的功能	224	9.3 网络管理协议	255
8.1.1 网络操作系统概述	224	9.4 简单网络管理协议	257
8.1.2 NOS 的基本组成	225	9.4.1 SNMP 概述	257
8.2 NetWare 系列	227	9.4.2 SNMP 管理控制框架 与实现	257
8.2.1 NetWare 的组成	227	9.4.3 SNMP 协议	260
8.2.2 NetWare 的功能	228	9.5 网络管理系统	262
8.2.3 NetWare 服务器及 文件系统	230	9.5.1 HP 的 OpenView	262
8.2.4 NetWare 工作站	230	9.5.2 IBM 的 NetView	264
8.2.5 NetWare 工具	231	9.5.3 Sun 的 SunNet Manager	265
8.3 Windows NT	231	9.5.4 Cabletron 的 SPE- CTRUM	266
8.3.1 LAN Manager 系列	231	9.6 网络日常管理和维护	268
8.3.2 Windows NT 工作站	233	9.6.1 VLAN 管理	268
8.3.3 Windows NT 服务器	234	9.6.2 WAN 接入管理	269
8.3.4 Windows NT 的网络 环境	235	9.6.3 网络故障诊断和排除	270
8.3.5 Windows NT 的网络 结构	235	9.6.4 网络管理工具	273
8.4 对等式局域网	237	第 10 章 网络安全与信息安全	275
8.4.1 对等式局域网操作 系统	237	10.1 密码学	275
8.4.2 Windows for Work- groups	238	10.1.1 密码学基本原理	275
8.4.3 Windows 95	239	10.1.2 对称密钥密码技术	276
8.5 UNIX 操作系统	239	10.1.3 公钥密码技术	277
		10.2 鉴别	278
		10.2.1 鉴别的基本原理	278

10.2.2	Kerberos 鉴别	280	11.2.3	通过电话拨号间接 连接	314
10.2.3	公钥基础设施	282	11.2.4	用户选择连接方法 的考虑因素	314
10.2.4	数字签名	283	11.3	Internet 地址	315
10.3	访问控制	283	11.3.1	Internet 地址结构	315
10.3.1	访问控制基本原理	283	11.3.2	Internet 地址映射	317
10.3.2	防火墙技术	285	11.4	Internet 域名系统	318
10.3.3	虚拟专网	286	11.4.1	域名系统原理	318
10.4	计算机病毒	287	11.4.2	域名的分级	318
10.5	网络安全技术	288	11.4.3	Internet 域名	319
10.5.1	网络安全层次模型	288	11.4.4	域名和地址的映射	319
10.5.2	IP 层安全性	290	11.5	Internet 地址空间的扩展	320
10.5.3	传输层安全性	291	11.5.1	IP 的更新	320
10.5.4	应用层安全性	293	11.5.2	IPv6 数据报格式	321
10.5.5	WWW 应用安全 技术	296	11.5.3	IPv6 地址空间	322
10.6	安全服务与安全机制	299	第 12 章 企业网与 Intranet		325
10.6.1	安全服务	299	12.1	企业网络计算的背景和挑战	325
10.6.2	安全机制	300	12.2	企业网络计算的组成和特性	326
10.7	信息系统安全体系结构 框架	302	12.2.1	企业网络计算的组成	326
10.8	信息系统安全评估准则	303	12.2.2	企业网络计算的特性	327
10.8.1	可信计算机系统 评估准则	303	12.3	开放系统	327
10.8.2	计算机信息系统安全保 护等级划分准则	305	12.3.1	开放系统定义	327
10.9	评估增长的安全操作代价	306	12.3.2	驱动开放系统发展的 基本要素	328
第 11 章 Internet		308	12.3.3	开放系统标准	329
11.1	Internet 体系结构	308	12.4	企业网络开放系统集成 技术	330
11.1.1	Internet 体系结构 框架	308	12.4.1	FRAMEWORK——应用 开发和运行环境	331
11.1.2	TCP/IP 协议概述	309	12.4.2	信息系统与网络 计算	332
11.1.3	TCP/IP 协议组	309	12.4.3	开放系统对用户策略 的影响	333
11.2	连接 Internet 的方法	312	12.5	开放系统环境应用 可移植框架	334
11.2.1	通过局域网直接 连接	312	12.6	Intranet 的定义和要素	335
11.2.2	通过电话拨号直接 连接	313			

12.6.1	Intranet 的定义	336
12.6.2	Intranet 的组成	336
12.7	创建 Intranet 的必要性	338
12.7.1	现代企业经营的需求	338
12.7.2	Intranet 的优点	339
12.8	Intranet 的应用	341
12.9	Intranet 的建立	343
12.9.1	Intranet 建立的两 种模式	343
12.9.2	建立 Intranet	346
第 13 章	TCP/IP 联网	350
13.1	TCP/IP 实现基本原理	350
13.1.1	TCP/IP 实现方式	350
13.1.2	网络配置基本参数	351
13.2	Windows NT 平台的 TCP/IP 联网	352
13.2.1	Windows NT 网络 配置	353
13.2.2	配置 TCP/IP 协议	356
13.2.3	TCP/IP 网络服务	358
13.3	UNIX 平台的 TCP/IP 联网	367
13.3.1	IP 地址的获取 和分配	368
13.3.2	网卡的配置	369
13.3.3	路由配置	371
13.3.4	系统启动时网络 配置	375
13.4	Linux 网络的安装与配置	376
13.4.1	安装时进行网络配置	376
13.4.2	手工进行网络硬件 配置	376
13.4.3	手工 TCP/IP 网络 配置	377
13.4.4	编译内核	383
13.4.5	高级 TCP/IP 应用 配置	386

第 14 章 Internet 与 Intranet

	信息服务	393
14.1	环球信息网	393
14.1.1	浏览器	393
14.1.2	Web 服务器	395
14.2	环球信息网服务建立	396
14.2.1	安装预编译好的 服务器软件	396
14.2.2	编译 Web 服务程序	397
14.2.3	配置 Web 系统服务	398
14.2.4	Web 服务安装启动	402
14.2.5	WWW 服务发布	403
14.3	WWW 服务管理	404
14.3.1	构造 URL 通用资源 访问地址	404
14.3.2	设计编写主页	405
14.3.3	扩充 WWW 服务 功能	406
14.4	FTP 服务的配置和管理	409
14.4.1	FTP 服务	409
14.4.2	FTP 系统概念	410
14.4.3	建立 FTP 服务器	411
14.4.4	建立镜像系统	413
14.4.5	FTP 系统管理	414
14.5	动态 Web 文档与 CGI 技术	421
14.5.1	Web 文档的三种 基本形式	421
14.5.2	动态文档的实现	422
14.5.3	通用网关接口	422
14.6	活动 Web 文档和 Java 技术	423
14.6.1	活动文档技术	423
14.6.2	Java 技术	423
14.7	广域信息服务	424
14.7.1	WAIS 系统基本概念	425
14.7.2	FreeWAIS 系统	425

第 15 章 网络应用

15.1	21 世纪网络发展的趋向	430
------	--------------------	-----

15.2 网络化经济的新模式	431	16.1.2 系统可行性分析	451
15.3 Internet 服务平台	433	16.2 网络设计	452
15.4 计算机支持的协同工作	434	16.2.1 网络设计原则	452
15.4.1 CSCW 的分类	435	16.2.2 网络体系结构	453
15.4.2 CSCW 系统体系 结构	436	16.2.3 子网规划	453
15.4.3 群件	436	16.2.4 逻辑网络设计	453
15.5 电子商务	438	16.2.5 网络技术和设备 选型	456
15.5.1 电子商务通用 框架	438	16.3 网络实施	461
15.5.2 电子商务的分类	439	16.4 网络测试	463
15.5.3 电子商务的流程	440	16.4.1 网络设备测试	463
15.5.4 电子商务的组成 原理	441	16.4.2 网络系统和应用 测试	464
15.6 远程教育	443	16.5 结构化布线系统	465
15.6.1 远程教育的特点	443	16.5.1 工作区子系统	466
15.6.2 网络远程教学的 形式	444	16.5.2 水平布线子系统	467
15.6.3 网络远程教学软件模型和 教学运行系统	445	16.5.3 干线子系统	469
15.7 远程医疗	445	16.5.4 设备间子系统	471
15.7.1 远程医疗系统的 组成	446	16.5.5 管理子系统	472
15.7.2 远程医疗系统的 工作模式	447	16.5.6 建筑群子系统	473
15.7.3 远程医疗的协同工作 组织问题	448	16.6 网络性能评价	474
第 16 章 网络工程	450	16.6.1 网络性能度量	475
16.1 网络规划	450	16.6.2 响应时间	475
16.1.1 需求分析	450	16.6.3 吞吐率	477
		16.6.4 资源利用率	479
		16.6.5 简单的性能界限 估算	480
		16.7 建模方法	482
		16.7.1 两种基本方法	483
		16.7.2 单服务器队列	484
		16.7.3 排队网络模型	485

第 1 章 引 论

计算机网络是地理上分散的多台独立自主的计算机遵循约定的通信协议,通过软、硬件互连以实现交互通信、资源共享、信息交换、协同工作以及在线处理等功能的系统。

本章讲述计算机网络发展简史、计算机网络分类、计算机网络技术基本内容以及计算机网络发展趋势。

1.1 计算机网络发展简史

1946 年,第一代计算机的诞生在人类科学发展史上是一个重要的里程碑。在机械化、电气化时代,人们用机器代替了部分的体力劳动,而计算机的诞生,使得人们可以用它部分地代替人的脑力劳动。20 世纪 80 年代微型计算机的出现,改变了主机模式的集中管理和运行方式,把强大的计算和处理能力交到了个人手里,这为各行各业普遍使用计算机奠定了基础。计算机的普及也正是从微机的出现开始的。第三个发展阶段是网络,人们称网络就是计算机,深刻地反映了网络在计算机发展史中极为重要的作用和影响。

1969 年美国国防部的国防高级研究计划局(DARPA)建立了全世界第一个分组交换网 ARPANET,即 Internet 的前身,这是一个只有四个结点的存储转发方式的分组交换广域网,是为了验证远程分组交换网的可行性而进行的一项试验工程。1972 年在首届国际计算机通信会议(IGCC)上首次公开展示了 ARPANET 的远程分组交换技术。

分组交换不同于传统电信网中采用的电路交换,是存储转发交换方式中的一种交换方式,它将要传送的报文分割成许多具有统一格式的分组,并以此为传输的基本单元,一一进行存储转发的传输。和电路交换相比,分组交换具有线路利用率高、可进行数据速率的转换、不易引起堵塞以及具有优先权使用等优点。因此,它被广泛用于计算机网络。1976 年国际电报电话咨询委员会(CCITT)制定了用于公用分组交换网的协议标准 X.25,进一步推动了公用分组交换网的发展。

在总结最初建网实践的基础上,DARPA 组织有关专家开发了 ARPANET 第三代网络协议——TCP/IP,并于 1983 年在 ARPANET 上正式启用。与此同时 UNIX BSD 版安装了 TCP/IP 协议软件。TCP/IP 协议的广泛采用是 Internet 迅速发展的重要原因之一。1974 年 IBM 公司首先公布了系统网络体系结构(SNA)作为 IBM 计算机的连网标准。之后,各大计算机厂商都相继开发了自己的网络体系结构,如 DEC 公司的数字网络

体系结构(DNA)等。为了解决不同厂商的计算机网之间不能互连的问题,国际标准化组织(ISO)于1978年提出了开放系统互连参考模型(OSI/RM),即OSI网络体系结构,以推动网络标准化工作。

1976年美国Xerox公司开发了基于载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)原理的,用同轴电缆连接多台计算机的局域网,取名为以太网。由于以太网安装使用方便,性能较好,成为最广泛使用的一种局域网。随着PC的广泛使用,局域网的研究、开发和应用有了很大的发展。

Internet是全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的计算机网络。Internet的发展已经历了三个阶段,逐渐走向成熟。从1969年Internet的前身ARPANET的诞生到1983年,这是研究试验阶段,主要是进行网络技术的研究和试验。从1983年到1994年是Internet的实用阶段,在美国和一部分发达国家的大学和研究部门中得到广泛应用,它是用于教学、科研和通信的学术网络。从1994年以后,开始进入Internet商业化阶段,除了原有的学术网络应用外,政府部门、商业企业以及个人广泛使用Internet,而且全世界绝大部分国家都纷纷接入Internet,这种迅猛发展的进程反映了Internet正日益成熟。当前Internet技术和应用的高速发展,对信息技术的发展、信息市场的开拓以及信息社会的形成起着十分重要的作用。但同时,Internet也面临着多种挑战,包括网络的频宽和可扩展性、网络的安全性、网络的服务质量、多种新的网络应用需求以及引发的商业、文化和社会问题。美国为此启动了两个项目,一个是下一代Internet,即NGI,另一个是Internet2,以迎接网络时代所面临的挑战。

1.2 计算机网络分类

网络分类方式繁多,一般有以下几种分类方式:

- (1) 按地域范围可分为局域网、城域网和广域网3类。
- (2) 按拓扑结构可分为总线、星状、环状、网状等。
- (3) 按交换方式可分为电路交换网、分组交换网、帧中继交换网、信元交换网等。
- (4) 按网络协议可分为采用TCP/IP, SNA, SPX/IPX, AppleTALK等协议的网络。
- (5) 按应用规模可分为Intranet、Extranet等。

1.3 计算机网络技术基本内容

计算机网络涉及技术、工程、应用等多方面的内容,并对社会经济、文化,以及人们的工作方式、生活方式都有深远的影响,下面主要对网络技术给予概述。

1. 数据通信

自 20 世纪 80 年代以来,计算机科学和数据通信的融合产生了计算机-通信产业。计算机-通信产业有以下几个明显的趋向:

(1) 计算机的数据处理和数据通信没有本质的差别。

(2) 数据、声音和视频通信没有本质的区别。

(3) 单处理器计算机、多处理器计算机、局域网、城域网和远距离网之间的界线已变得难以区别。

这些趋向使得正在融合的计算机-通信产业从元件装配发展到系统集成,集成系统能够传输和处理多种形式的数据和信息。最终,一个能够集成所有通信的单一公共系统,将使得全球所有的数据和信息源都能方便地、用相同的方式访问和获取。

2. 网络体系结构与协议

网络体系结构是计算机之间相互通信的层次、各层中的协议以及层次之间接口的集合。网络协议是计算机网络和分布系统中相互通信的对等实体间交换信息所必须遵守的规则集合。采用 TCP/IP 协议集成的网络体系结构是计算机网络体系结构的主流,并仍在改进和发展中。协议工程是一门研究如何设计和构造协议规范,以及如何把所设计和构造的协议规范快速、准确、低成本地转化为可执行代码的科学。

3. 局域网

局域网是将小区域内的各种通信设备互连在一起的通信网络。传统局域网的典型特性是数据传输率为 $0.1\text{Mbps} \sim 100\text{Mbps}$,最长连线距离为 $0.1\text{km} \sim 25\text{km}$,误码率为 $10^{-8} \sim 10^{-11}$ 。决定局域网特性的主要技术有三个:用以传输数据的传输介质,用以连接各种设备的拓扑结构,用以共享资源的介质访问控制方法。流行的传统局域网是以太网和标记环网。近年来,高速局域网的需求日益增加,100Mbps 速率的局域网有光纤分布数据接口 FDDI 和快速以太网。千兆位以太网是在传统以太网和快速以太网基础上发展起来的一种高速局域网,它仍然使用 CSMA/CD 介质访问控制方法,而将数据传输率提高到 1000Mbps。交换式局域网采用不同于共享介质的访问控制方法,以提高局域网速率。此外无线局域网也是很有应用前景的一种局域网。

4. 广域网

广域网是地理范围从数十公里到数千公里,可以连接若干个城市、地区,甚至跨越国界,遍及全球的一种计算机网络。基于 X.25 协议的公用分组交换网是早期最流行的广域网,它是基于分组交换方式的存储转发式网络,可提供中、低速数据通信业务。近年来,高速宽带广域网的需求日益增加,光通信技术又有了很快发展,推动了快速分组交换技术的发展,其特点是简化通信协议和发展高速交换设备。目前广泛采用的技术有帧中继技术和异步转移模式(ATM)。帧中继技术是在数据链路层实现网络资源统计复用的一种

快速分组交换技术。异步转移模式是以分组交换为基础并融合电路交换高速化,并以信元为单位进行标记复用的一种高速传送与交换技术。此外,移动通信网、卫星通信网也是很有应用前景的广域网。

5. 网络互连

网络互连是将多个网络互相连接以实现在更大范围内的信息交换、资源共享和协同工作。Internet 就是由成千上万个不同的网络互连而构成的网际网,或称互联网。网络互连协议是计算机网络间互相连接进行通信时有关数据格式及交互过程必须遵循的约定。IP 是一种最著名的网络互连协议,被 Internet 广泛采用。路由选择是在网络环境中寻找一条到达目标计算机的通路的过程。如何进行路由选择的方法称路由选择算法,并有相应的路由选择协议。常用的网络互连设备有中继器、网桥、路由器、网关。

6. 网络管理

网络管理功能包括配置、故障、性能、安全、计费等管理功能。OSI 管理体系结构是基于开放系统互连环境对资源进行管理的一种体系结构,它提供了在开放系统互连环境中控制、协调和监视各种资源的手段。简单网络管理协议(SNMP)是基于 TCP/IP 协议的一种功能比较简单的网络管理协议,被广泛用于 Internet。公共管理信息协议 CMIP 是由国际标准化组织为 OSI 制定的网络管理协议标准。

7. 信息安全

信息安全是指在分布式计算环境中,对信息的传输、存储、访问提供安全保护,以防止信息被窃取、篡改和非法操作。信息安全的三个基本要素是保密性、完整性和可用性服务,在分布网络环境下还应提供鉴别、访问控制和抗否认等服务。完整的信息安全保障体系应包括保护、检测、响应、恢复等四个方面。常用的安全防范技术包括身份鉴别、访问控制、完整性控制、密码技术、防火墙系统、计算机防病毒保护、审计和恢复、操作系统安全、数据库系统安全等。

1.4 计算机网络发展趋势

计算机网络的发展趋势可概括为:一个目标、两个支撑、三个融合、四个热点。

1. 一个目标

面向 21 世纪计算机网络发展的总体目标就是要在各个国家、进而在全球建立完善的信息基础设施。信息基础设施将改变人们的生活、学习、工作、人际交往的方式,减轻人们的工作负担,提高人民的生活水平,推动社会的进步。

1993 年美国制定了信息高速公路(即国家信息基础设施 NII)发展计划后,各国政府都相继规划和实施 NII 计划。NII 的建设目标是在全国范围内建立为民众普遍服务